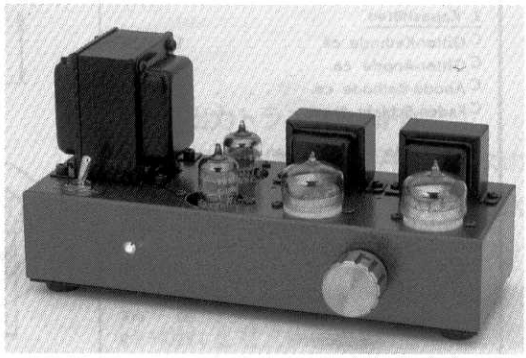
VACUUM TUBE

ドイツの軍用真空管を使用した超小型

RC5Bシングル ステレオパワーアンプ

長島　勝 NAGASHIMA Katsu

ドイツ製の高周波用3極管RC5Bを出力管とした超小型シングルアンプ．初段には5極MT管E180Fを3極管接続で使用，オーソドックスなCR結合で出力管をドライブする．0.72Wの小出力ながら，低域特性が従来品より改良された出力トランスの使用もあって，高域に偏ることなく，迫力ある低音を再生するので，サブシステムとして十分に実用になる．併せて，2013年秋の真空管オーディオ・フェアで来場者の目を惹いたRC5Bヘッドフォンアンプについても解説する．



RC5Bとその一族

最近，珍しい真空管を見つけました．ドイツのテスラ製RC5Bです．

RC5Bは，外径φ34mm，高さ32mmのトップチップ管（MT管の形）で，12.6V/80mAのヒーターを持つ高周波用傍熱3極管で，ちょうどクラゲのような外観です（**写真1**）．最大プレート電圧は300V，最大カソード電流は30mA，プレート損失は5Wです．

電極構造は24ページのカラー写真をご覧ください．プレートは12AU7の半分ほどの大きさしかありません．プレートは黒化されたものと白いままのものがあり，白いプレートはタンタルプレートのように見えます．カソードも12AU7のカソードに比べると短く，酸化物コーティングされている長さは4mmほどしかありません．発振回路などに使うため，グリッド電流を許容しており，コントロールグリッド損失0.5Wです．

μ は20，g_mは6mS，r_pは3.3kΩで，ちょうどECC82をパラにしたような特性ですが，ヒーター電力は12AU7の1ユニット分とほぼ同じです．

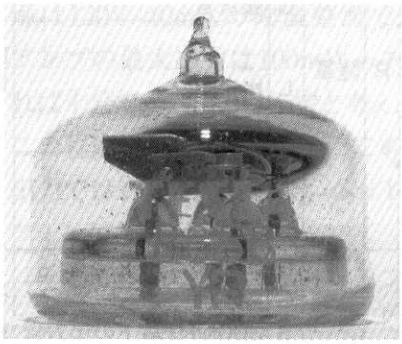
かなり高い周波数で使用されるもので，規格表には500MHz～1.5GHzとあります．

RC5Bには，グリッドリーク抵抗の規定がありません．プレート損失は5Wでg_mも大きく，高周波用なのでカソード・グリッド間のスペースも小さくなっていることから，グリッドリーク抵抗は100kΩと仮定しました．うまくすれば270kΩくらいまでは問題ないかもしれませんが，安全を見て，この値にしました．

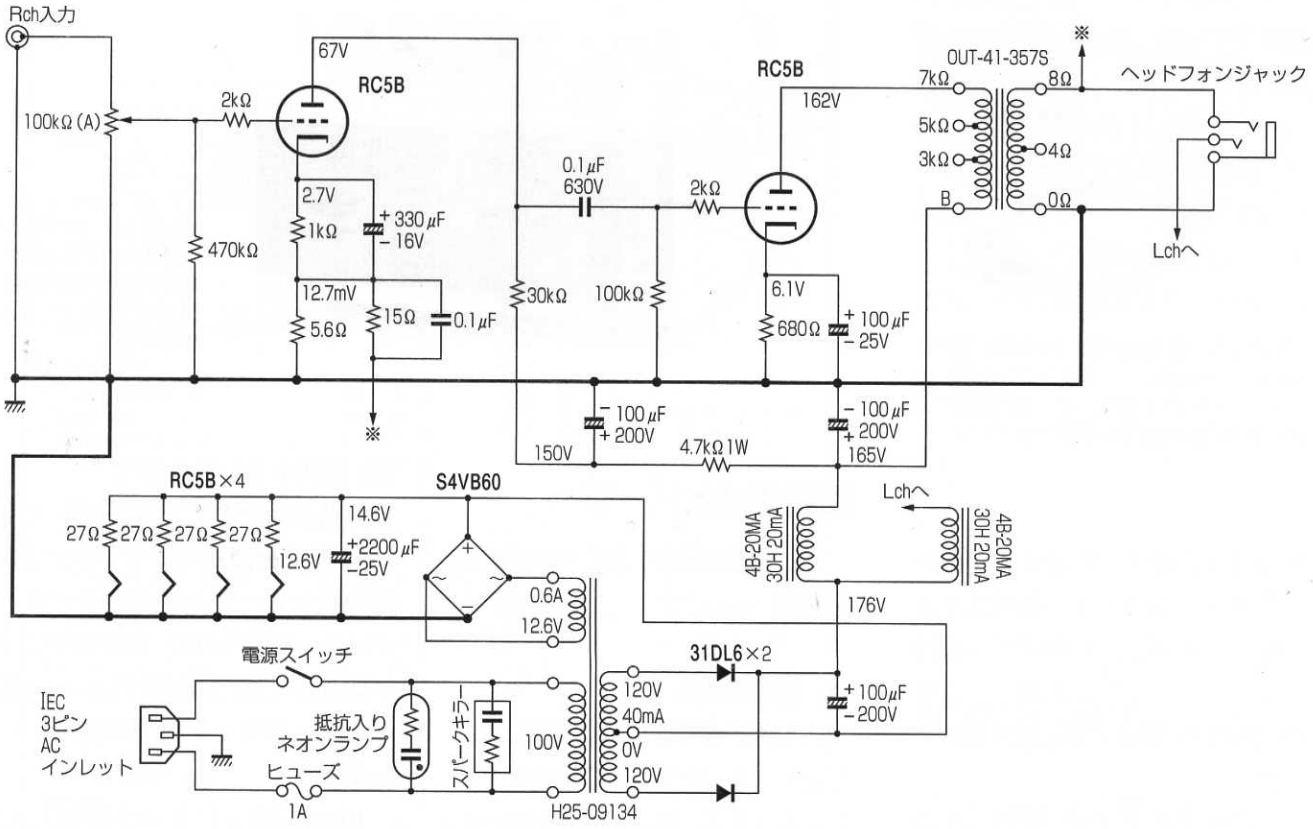
この真空管の祖先はローレンツで開発されたRD12Taです．規格表（**図1**）には1941年5月15日の日付があり，それが開発された日だと思われます．また，1942年2月21日に軍に採用されたとあります．外形はRC5Bとほぼ同じですが，RD12Taにはねじ込み式のノブを取り付ける台座が接着されていた点と，ベースに突起がある点が違います．後になって，初期のテスラのものにも台座とベース裏に突起のあるものも見つかりました．簡素化のために省略されたのでしょう．テスラからローレンツへOEM供給していたのでしょうか．

当初，RD12TaのTaはタンタルプレートを表していると思っていましたが，調べてみるとドイツ軍用の表示システムによることがわかりました．最初のRはドイツ陸軍，次のDは300MHz以上，12はヒーター電圧，Tは3極管，aは通し記号でした．

表1にドイツの陸軍と空軍のナンバーシステムの一部を，**表2**に1938年から1945年に開発された真空管の例を示します．**表2**には，



［写真1］　RC5Bの外観



［図2］ 試作したRC5Bシングルヘッドフォンアンプの回路（片チャンネルのみ．LED照明回路は省略）

ねてB電圧を高くしました．それでも，プレート損失は，156〔V〕×9〔mA〕＝1.4〔W〕で，5Wまで大きく開いています．

整流用のダイオードはノイズの少なさから，日本インターの**31DL6**を使用しましたが，現在は生産終了品です．代替品としては，同社の**31DF4**あるいはフェアチャイルドの**UF4007**などが推奨できます．

セパレーションを良くするために，整流後のチョークコイルから左右の電源を分けてみました．チョークコイルは30H20mAです．

ヒーターは直流点火です．12.6Vをブリッジ整流して，14.6Vほどの直流が得られたので，それぞれのヒーターに27Ωを直列に入れて，ヒーターのラッシュカレントを抑えています．このヒーター電源からLEDの電源も取っています．

小型セットの場合，孔あけの正確さが大切です．

配線の前に，トランスや機構部品などすべて取り付けて，底板が閉まるか確認することを勧めます．配線をした後では，ほんの少し動かすだけでも大変な作業になります．大きめの部品は，所定の位置に置いて，底板からはみ出していないか確認しておきます．

その後すべて分解し，ヒーターまわりの配線から始めました．ソケットまわりの引き出し線や直付けする抵抗などを取り付けてからラグ板や出力トランスが付いたサイドパネルなどを組み込みます．

リアパネル，フロントパネルの順で配線をして完成です．

諸特性

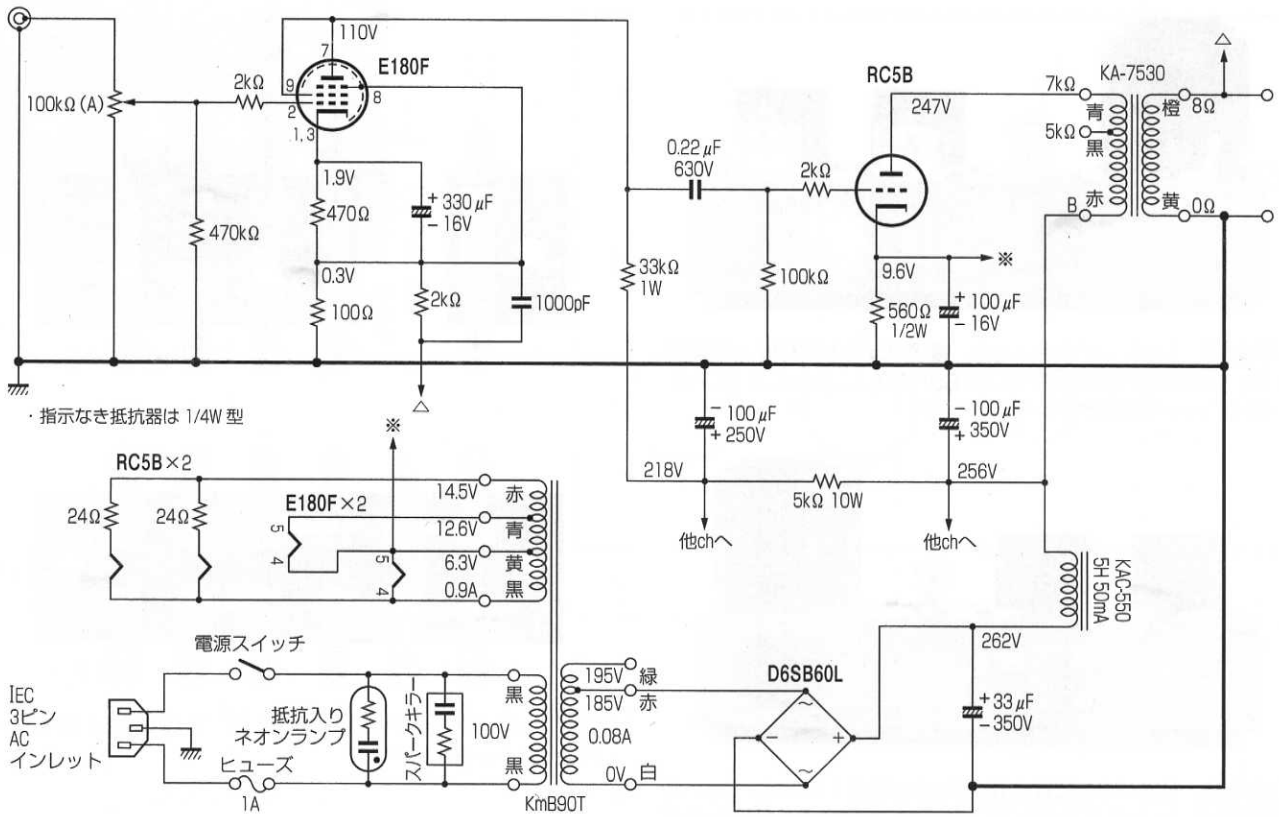
ヘッドフォンのインピーダンスがまちまちなので，無負荷時と33Ω負荷時の特性を取ることにしました．

まず，無負荷時の特性です．実際には帰還抵抗の合成値20.6Ωが負荷にかかった状態になります．残留ノイズはオープンでRchが0.106mV，Lchが0.078mVでした．ショートではRchが0.86mV，Lchが0.074mVでした．

クリッピングポイントは，1kHzで1.9V＝175mWのあたりになります（**図3**）．ゲインは5.5dBになりました．

再生周波数特性は，－1dBで45Hz～72kHzになりました（**図4**）．周波数特性で気になったのは117kHzあたりにあるディップです．10kHzの方形波応答を**写真4**に示します．

歪率特性は最低0.12%でした（**図5**）．100Hzが悪いのはコアボリュームのせいではないでしょうか．

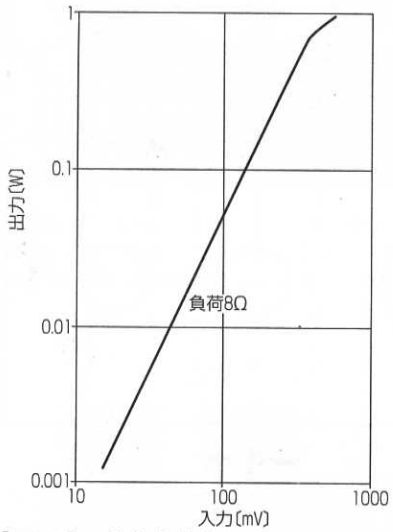


[図8] RC5Bシングルステレオアンプの回路（片チャンネルのみ）

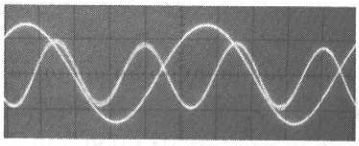
[表3] RC5Bシングルステレオアンプの主要パーツ

項目	型番/定数	数量	メーカー	備考	購入先
真空管	RC5B	2	テスラ		五鱗貿易
	E180F	2	テスラ		サンエイ電機
ダイオード	D6SB60L	1	新電元		
電源トランス	KmB90T	1	春日無線変圧器		春日無線
出力トランス	KA-7530	2	春日無線変圧器		春日無線
チョークコイル	KAC-550	1	春日無線変圧器		春日無線
コンデンサー	100μF 350V	1	日本ケミコン	基板型電解	海神無線
	33μF 350V	1	ニチコン	チューブラー型電解	海神無線
	100μF 250V	1	日本ケミコン	基板型電解	海神無線
	330μF 16V	2	日本ケミコン	基板型電解	海神無線
	100μF 16V	2	日本ケミコン	基板型電解	海神無線
	0.22μF 630V	2	マロリー	フィルム	海神無線
	1000pF	2		フィルム	瀬田無線
固定抵抗器	5kΩ 10W	1		セメント	海神無線
	33kΩ 1W	2	タクマン	炭素皮膜型（REX）	海神無線
	560Ω 1/2W	2		炭素皮膜型	瀬田無線
	470Ω 1/2W	2	デール		海神無線
	470kΩ 1/4W	2		炭素皮膜型	千石通商
	100kΩ 1/4W	2		炭素皮膜型	千石通商
	2kΩ 1/4W	6		炭素皮膜型	千石通商
	100Ω 1/4W	2		炭素皮膜型	千石通商
	24Ω 1/4W	2		炭素皮膜型	千石通商
ボリューム	100kΩ（A）2連	1			山王電子
真空管ソケット	RC5Bソケット	2	五鱗貿易		五鱗貿易
	9ピンMTソケット	2			海神無線
平ラグ	12P（L-3522-6P）	2	サトーパーツ		瀬田無線
立てラグ	1L6P（L-590）	1	サトーパーツ	大型	瀬田無線
	1L2P（L-3552）	2	サトーパーツ	小型	瀬田無線
スパークキラー		1			日の丸無線
ツマミ		1			マルモパーツ
ACインレット	IEC 3ピン	1		ヒューズホルダー付き	門田無線
ヒューズ	1A	1			海神無線
パイロットランプ		1			
SW		1			
スピーカーターミナル		2			
RCAジャック		2			
シャシー		1	春日無線変圧器	本文参照	春日無線

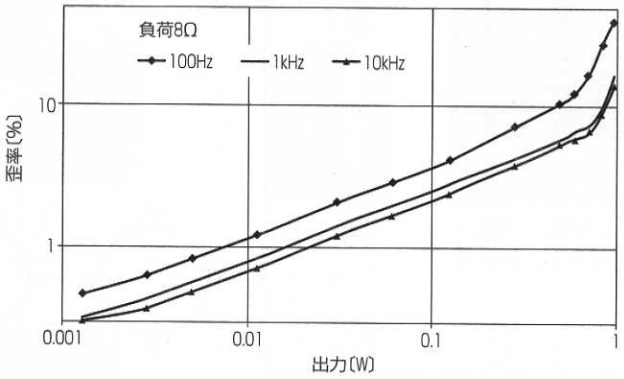
●RB5Cシングルステレオパワーアンプの諸特性



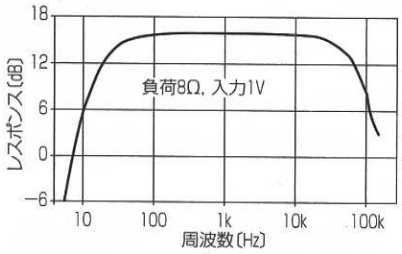
［図12］ 入出力特性



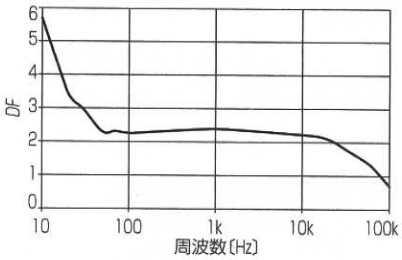
［写真12］ 1kHz，1Vサイン波の入出力の歪みを抽出（8Ω負荷）



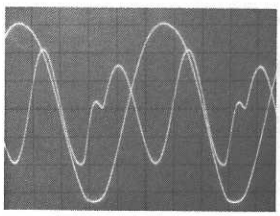
［図13］ 歪率特性



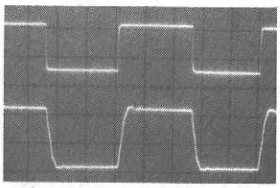
［図14］ 再生周波数特性



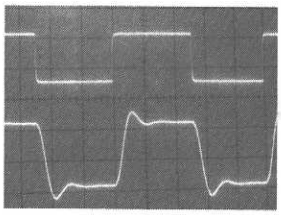
［図15］ ダンピングファクター



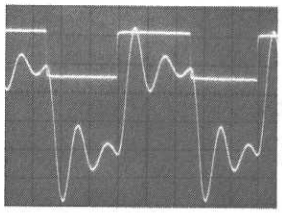
［写真13］ 1kHz，2.4Vサイン波の入出力の歪みを抽出（8Ω負荷）



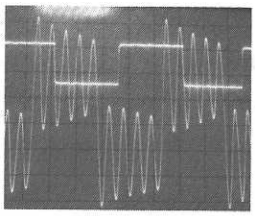
［写真14］ 10kHz，1Vの方形波応答（8Ω負荷，上：入力，下：出力）



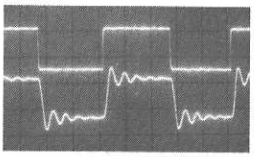
［写真15］ 10kHz，1Vの方形波応答（8Ω負荷＋0.47μF，上：入力，下：出力）



［写真16］ 10kHz，1Vの方形波応答（0.47μFのみ，上：入力，下：出力）



［写真17］ 位相補正前の10kHz，1Vの方形波応答（0.1μFのみ，上：入力，下：出力）



［写真18］ 位相補正後の10kHz，1Vの方形波応答（0.1μFのみ，上：入力，下：出力）

す（**写真12，13**）．このアンプも100Hzの歪率特性が良くないのですが，ヘッドフォンアンプに比べて悪化の比率は低くなっています．コアボリュームが大きくなったせいでしょう．

10kHz，8Ωの方形波応答（**写真14**）はまずまずで，0.47μFの波形（**写真15，16**）もわざわざ位相補正する必要はないと判断していましたが，10kHz，0.1μF単独（**写真17**）では発振目前だったので，位相補正をかけました（**写真18**）．

位相補正後，周波数特性などを測定しました．ゲインは16dBです．

再生周波数特性は，－1dBで46Hz～31kHzになりました（**図14**）．ピークやディップはなく，低域，高域ともになだらかに下がっています．

ダンピングファクターは2.4で，少し低めです（**図15**）．高域で悪くなっているのは位相が回っているためではないでしょうか．

消費電力は，17W/20VAになりました．

こんな小さな真空管ですが，音が高音域に偏らず，力感もあり，サブアンプに最適です．